

## METHOD FOR THE REMOTE DIAGNOSIS OF A TECHNOLOGICAL PROCESS

Patent Number: ☐ WO0210866

Publication date: 2002-02-07

Inventor(s): BROESE EINAR (DE); HOEHNE JOACHIM (DE); SOERGEL GUENTER (DE)

Applicant(s): BROESE EINAR (DE); HOEHNE JOACHIM (DE); SIEMENS AG (DE); SOERGEL GUENTER (DE)

Requested Patent: ☐ DE10036971

Application Number: WO2001DE02639 20010713

Priority Number(s): DE20001036971 20000728

IPC Classification: G05B

EC Classification: G05B23/02, G05B19/418Q, G05B19/418S

Equivalents:

Cited Documents:

### Abstract

The invention relates to a method for the remote diagnosis of a technological process whereby at least one real technological process is represented by at least one real model (1 - 3). At least one real model (1 - 3) is compared with at least one reference model (8) of at least one technological reference process and from said comparison of at least one real model (1 - 3) with at least one reference model (8) and/or from the comparison of at least two real models (1 - 3) with each other, at least one evaluation of the real technological process is derived. The above permits a comprehensive remote monitoring of said technological process.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 100 36 971 A 1**

⑤ Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**G 05 B 17/02**

⑦① Aktenzeichen: 100 36 971.5  
⑦② Anmeldetag: 28. 7. 2000  
⑦③ Offenlegungstag: 28. 2. 2002

DE 100 36 971 A 1

⑦① Anmelder:  
Siemens AG, 80333 München, DE

⑦② Erfinder:  
Bröse, Einar, Dr., 91056 Erlangen, DE; Höhne,  
Joachim, 91052 Erlangen, DE; Sörgel, Günter,  
90455 Nürnberg, DE

⑤⑥ Entgegenhaltungen:

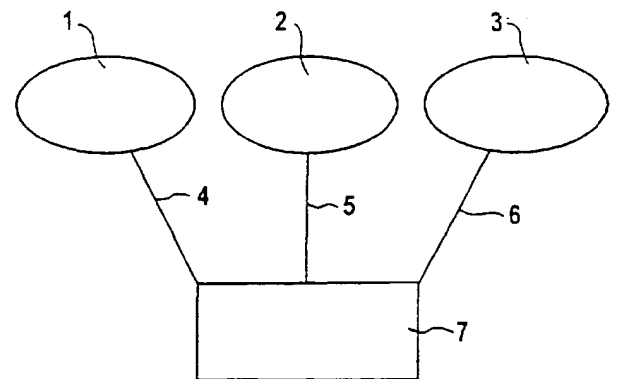
DE 197 32 046 A1  
DE 197 31 980 A1  
DE 197 15 503 A1  
DE 44 47 288 A1  
DE 43 38 615 A1  
US 58 77 954 A  
EP 08 75 808 A2

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Verfahren zur Ferndiagnose eines technologischen Prozesses

⑤⑦ Bei dem Verfahren zur Ferndiagnose eines technologischen Prozesses wird wenigstens ein realer technologischer Prozess durch wenigstens ein Realmodell (1-3) dargestellt, wobei wenigstens ein Realmodell (1-3) mit wenigstens einem Referenzmodell (8) wenigstens eines technologischen Referenzprozesses verglichen wird und aus dem Vergleich wenigstens eines Realmodells (1-3) mit wenigstens einem Referenzmodell (8) und/oder aus dem Vergleich wenigstens zweier Realmodelle (1-3) miteinander wenigstens eine Bewertung des realen technologischen Prozesses abgeleitet wird. Dies ermöglicht eine umfassende Fernüberwachung dieses technologischen Prozesses.



DE 100 36 971 A 1

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Ferndiagnose eines technischen Prozesses.

[0002] Bei technologischen Prozessen, beispielsweise bei Walzwerken, konnte die Ferndiagnose bisher nur stichprobenartig durchgeführt werden. Im Wesentlichen wurden Messprotokolle und Log-Dateien des Automatisierungssystems ausgewertet. Damit konnten die Ursachen von Störungen nur eingeschränkt ermittelt werden. Eine umfassende Ferndiagnose technologischer Prozesse ist mit diesen Maßnahmen nicht möglich.

[0003] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es deshalb, ein Verfahren zur Ferndiagnose eines technologischen Prozesses zu schaffen, das eine umfassende Fernüberwachung dieses technologischen Prozesses ermöglicht.

[0004] Die wird erfindungsgemäß durch ein Verfahren gemäß Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens sind jeweils Gegenstand von weiteren Ansprüchen.

[0005] Das erfindungsgemäße Verfahren zur Ferndiagnose eines technologischen Prozesses umfasst folgende Merkmale:

- Wenigstens ein realer technologischer Prozess wird durch wenigstens ein Realmodell dargestellt,
- wenigstens ein Realmodell wird mit wenigstens einem Referenzmodell wenigstens eines technologischen Referenzprozesses verglichen, wobei
- aus dem Vergleich wenigstens eines Realmodells mit wenigstens einem Referenzmodell und/oder aus dem Vergleich wenigstens zweier Realmodelle miteinander wenigstens eine Bewertung des realen technologischen Prozesses abgeleitet wird.

[0006] Durch den Vergleich wenigstens eines Realmodells, das wenigstens einen realen technologischen Prozess beschreibt, mit wenigstens einem Referenzmodell eines technologischen Prozesses können zeitliche Veränderungen in den zu überwachenden realen technologischen Prozess zuverlässig erkannt werden.

[0007] Alternativ oder zusätzlich können aus dem Vergleich wenigstens zweier Realmodelle miteinander die in diesen Realmodellen gespeicherten Informationen verschiedener technologischer Prozesse miteinander verglichen werden. Bei gleicher Physik müssen auch die durch die Realmodelle, die aus den betreffenden realen technologischen Prozessen gebildet wurden, zumindest ähnlich sein. Sind Abweichungen der Realmodelle untereinander zu erkennen, dann lassen sich diese den Einflussgrößen zuordnen. Dies ermöglicht eine Identifikation von Störgrößen. Bei nicht optimalem oder fehlerhaftem Verhalten der Prozesssteuerung lassen sich damit die Ursachen schneller lokalisieren. Das erfindungsgemäße Verfahren zur Ferndiagnose ist damit hervorragend geeignet, um anhand des den betreffenden realen technologischen Prozess beschreibenden Realmodells den Zustand dieses technologischen Prozesses zu beurteilen und Störeinflüsse zu identifizieren.

[0008] In vorteilhafter Weise kann wenigstens ein Realmodell und/oder wenigstens ein Referenzmodell von wenigstens einem Neuronetz gebildet (Ansprüche 2 und 3) werden.

[0009] Alternativ oder zusätzlich kann wenigstens ein Referenzmodell wenigstens ein physikalisches Modell und wenigstens ein neuronales Modellkorrekturnetz umfassen, wobei im physikalischen Modell aus wenigstens einer Eingangsgröße wenigstens eines realen technologischen Prozesses wenigstens eine Ausgangsgröße gebildet wird, die

vom neuronalen Modellkorrekturnetz korrigiert wird (Anspruch 5).

[0010] Im Rahmen der Erfindung ist es auch möglich, dass wenigstens ein Referenzmodell von wenigstens einem theoretischen Modell wenigstens eines realen technologischen Prozesses gebildet wird (Anspruch 4).

[0011] Sowohl das Realmodell als auch das Referenzmodell, welches aus einem realen technologischen Prozess gebildet ist, können in ihrem Langzeitverhalten analysiert werden (Ansprüche 8 und 9).

[0012] Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung werden nachfolgend anhand von in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigen in Prinzipdarstellung:

[0013] Fig. 1 ein Blockdiagramm einer ersten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens,

[0014] Fig. 2 ein Blockdiagramm eines Referenzmodells, das in einem zweiten Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens eingesetzt wird,

[0015] Fig. 3 ein weiteres Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Ferndiagnose.

[0016] In Fig. 1 ist mit 1 ein Realmodell eines ersten technologischen Prozesses bezeichnet. Das Realmodell eines zweiten technologischen Prozesses ist mit 2 bezeichnet. Weiterhin ist mit 3 das Realmodell eines dritten technologischen Prozesses bezeichnet.

[0017] Bei den in Fig. 1 genannten technologischen Prozessen handelt es sich um die Prozesssteuerung bei Walzwerken.

[0018] Durch jedes der Realmodelle 1-3 ist jeweils die Prozesssteuerung eines Walzwerkes beschrieben. Die Realmodelle 1-3 werden jeweils von einem Neuronetz gebildet und sind vorzugsweise über jeweils eine ISDN-Verbindung 4-6 mit einem Diagnosesystem 7 verbunden, das im dargestellten Ausführungsbeispiel als Neuronetz-Diagnosesystem ausgeführt ist.

[0019] Im Neuronetz-Diagnosesystem 7 erfolgt die Bewertung der realen technologischen Prozesse durch einen Vergleich wenigstens eines Realmodells 1-3 mit wenigstens einem im Neuronetz-Diagnosesystem 7 abgespeicherten Referenzmodell.

[0020] Alternativ oder zusätzlich kann die Bewertung der realen technologischen Prozesse im Neuronetz-Diagnosesystem 7 durch einen Vergleich wenigstens zweier Realmodelle 1-3 miteinander vorgenommen werden. So kann beispielsweise das Realmodell 1 mit dem Realmodell 2 und dem Realmodell 3 verglichen werden und/oder das Realmodell 1 nur mit dem Realmodell 2 und das Realmodell 2 nur mit dem Realmodell 3.

[0021] Bei der Analyse der Realmodelle 1-3 im Neuronetz-Diagnosesystem 7 wird im vorliegenden Ausführungsbeispiel speziell ihr Langzeitverhalten untersucht. Durch die Untersuchung des Langzeitverhaltens erhält man Aufschlüsse über zeitliche Veränderungen des Anlagenzustandes. Darüber hinaus werden die in den Neuronetzen 1-3 gespeicherten Informationen der verschiedenen Walzwerke miteinander verglichen. Bei gleicher Physik müssen auch die durch die Neuronetze gebildeten Realmodelle 1-3 zumindest ähnlich sein. Sind Abweichungen der Realmodelle 1-3 untereinander zu erkennen, so lassen sich diese den betreffenden Einflussgrößen zuordnen. Dies ermöglicht eine Identifikation von Störgrößen. Bei nicht optimalem oder fehlerhaftem Verhalten der Prozesssteuerung lassen sich damit die Ursachen schneller lokalisieren. Eine auf diese Weise vorgenommene Überwachung des aktuellen Anlagenzustandes ermöglicht schnelle Reaktionszeiten, wodurch Stillstandszeiten verkürzt werden.

[0022] Das in Fig. 2 dargestellte Referenzmodell 8 uni-

fasst im dargestellten Ausführungsbeispiel ein physikalisches Modell 9 und ein neuronales Modellkorrekturnetz 10.

[0023] Im physikalischen Modell 9 wird aus einer Eingangsgröße eines realen technologischen Prozesses (z. B. Prozesse in Walzwerken) eine Ausgangsgröße gebildet.

[0024] Im neuronalen Modellkorrekturnetz 10 wird aus dieser Eingangsgröße ein Korrekturwert gebildet. Durch diesen Korrekturwert wird die im physikalischen Modell 9 gebildete Ausgangsgröße korrigiert.

[0025] Durch den Einsatz des neuronalen Modellkorrekturnetzes 10 ist das Referenzmodell 8 selbstlernend.

[0026] Das in Fig. 3 gezeigte Verfahren zur Ferndiagnose eines technologischen Prozesses umfasst ein Diagnosetool, das aus Sicht der Software aus einem C/C++-Server und einem JAVA-Client besteht. Die Kommunikation zwischen diesen getrennten Software-Komponenten erfolgt über das weltweit standardisierte Kommunikationssystem CORBA (Common Object Request Broker Architecture). Der C/C++-Server läuft im Kundennetzwerk und kopiert die entsprechenden Neuronetze (Realmodelle, die den technologischen Prozess darstellen) vom Prozessrechner. Zur Reduzierung des zu übertragenden Datenvolumens analysiert und verwaltet der C/C++-Server die Neuronetze lokal im eigenen System. Der JAVA-Client übernimmt dabei die Visualisierung der Daten.

[0027] Der Vorteil dieses Konzeptes besteht in der Netzwerkfähigkeit, d. h. C/C++-Server und JAVA-Client sind über CORBA entkoppelt und können deshalb auf verschiedenen Rechnern laufen. Mehrere JAVA-Clients können somit gleichzeitig auf einen zentralen C/C++-Server zugreifen, der auf einem separaten Rechner läuft. Damit besteht z. B. die Möglichkeit, von jedem Ort aus bei Vorhandener Netzwerkverbindung das Diagnosesystem zu nutzen und das Verfahren zur Ferndiagnose durchzuführen. Die Verbindung zum Prozessrechner des Walzwerkes wird über ISDN-Verbindungen hergestellt. Da die gleichen Diagnosetools sowohl vor Ort (z. B. im Walzwerk) als auch beim Hersteller der Prozessanlage eingesetzt werden kann, ist eine Ferndiagnose problemlos möglich und der Anwender vor Ort und der Hersteller können besser anhand gleicher Daten kommunizieren.

[0028] Zur Analyse der Realmodelle (Neuronetze) werden alle Eingangs-, Ausgangsabhängigkeiten berechnet und grafisch dargestellt. Dies ermöglicht die Kontrolle der Sensitivität und Auflösung des Realmodells bezüglich ausgewählter Inputs. Bei einem nicht optimalen Verhalten der Prozesssteuerung kann geprüft werden, ob Störeinflüsse vorhanden sind, von welchen Einflussgrößen diese abhängen und wie das Langzeitverhalten der Realmodelle ist. Hierdurch verkürzen sich die Zeiten zur Fehlersuche und somit die Stillstandszeiten der Prozessanlage. Außerdem geben die vom Neuronetz gelernten Zusammenhänge Aufschlüsse über den technologischen Prozess und die diesem Prozess zugrundeliegende Physik.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Ferndiagnose eines technologischen Prozesses, das folgende Merkmale umfasst:  
Wenigstens ein realer technologischer Prozess wird durch wenigstens ein Realmodell (1-3) dargestellt, wenigstens ein Realmodell (1-3) wird mit wenigstens einem Referenzmodell (8) wenigstens eines technologischen Referenzprozesses verglichen, wobei aus dem Vergleich wenigstens eines Realmodells (1-3) mit wenigstens einem Referenzmodell (8) und/oder aus dem Vergleich wenigstens zweier Realmodelle (1-3) miteinander wenigstens eine Bewertung des realen

technologischen Prozesses abgeleitet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, das folgendes weitere Merkmal aufweist: Wenigstens ein Realmodell (1-3) wird von wenigstens einem Neuronetz gebildet.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, das folgendes weitere Merkmal aufweist: Wenigstens ein Referenzmodell (1-3) wird in einem Neuronetz aus wenigstens einem realen technologischen Prozess gebildet.

4. Verfahrens nach Anspruch 1 oder 2, das folgendes weitere Merkmal aufweist: Wenigstens ein Referenzmodell (8) wird von wenigstens einem theoretischen Modell wenigstens eines realen technologischen Prozesses gebildet.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1-3, das folgende weitere Merkmale aufweist:  
Wenigstens ein Referenzmodell (8) umfasst wenigstens ein physikalisches Modell (9) und wenigstens ein neuronales Modellkorrekturnetz (10), wobei im physikalischen Modell (9) aus wenigstens einer Eingangsgröße wenigstens eines realen technologischen Prozesses wenigstens eine Ausgangsgröße gebildet wird, die vom neuronalen Modellkorrekturnetz korrigiert wird.

6. Verfahren nach Anspruch 5, das folgendes weitere Merkmal aufweist: Im neuronalen Modellkorrekturnetz (10) wird aus wenigstens einer Eingangsgröße wenigstens eines realen technologischen Prozesses wenigstens ein Korrekturwert gebildet, welcher die vom physikalischen Modell (9) aus dieser Eingangsgröße gebildete Ausgangsgröße korrigiert.

7. Verfahren nach Anspruch 1, das folgendes weitere Merkmal aufweist: Wenigstens ein Realmodell (1-3) und/oder wenigstens ein Referenzmodell (8) ist Bestandteil der Prozessanlage.

8. Verfahren nach Anspruch 1, das folgendes weitere Merkmal aufweist: Die Bewertung des realen technologischen Prozesses umfasst eine Analyse des Langzeitverhaltens wenigstens eines beteiligten Realmodells (1-3).

9. Verfahren nach Anspruch 3 oder 8, das folgendes weitere Merkmal aufweist: Die Bewertung des realen technischen Prozesses umfasst eine Analyse des Langzeitverhaltens wenigstens eines beteiligten Referenzmodells (8), das aus wenigstens einem realen technologischen Prozess gebildet wird.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

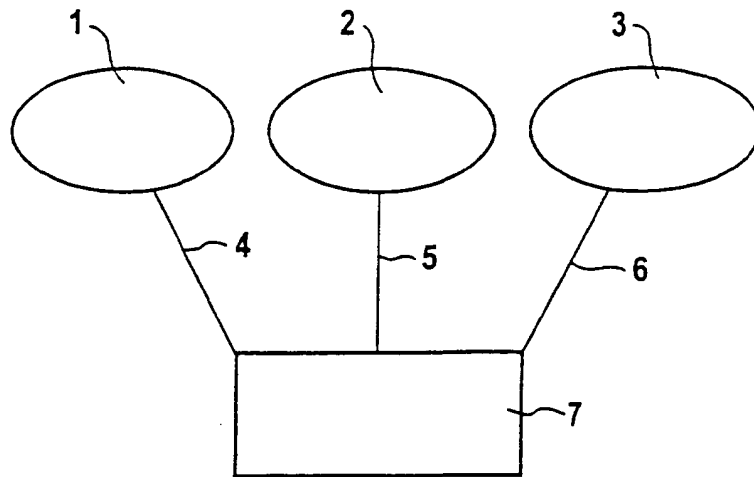


FIG 1

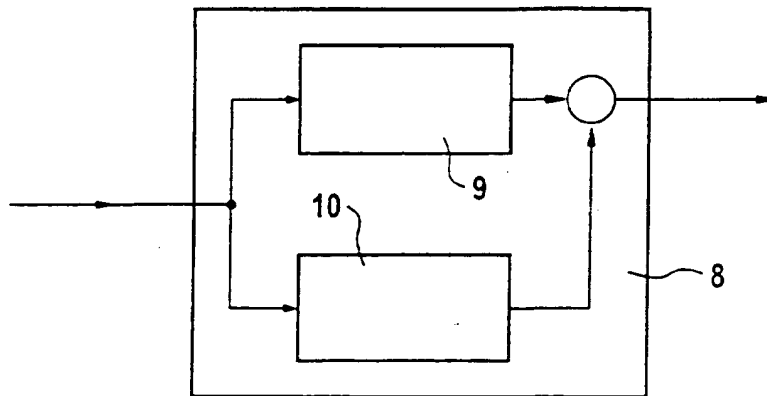


FIG 2

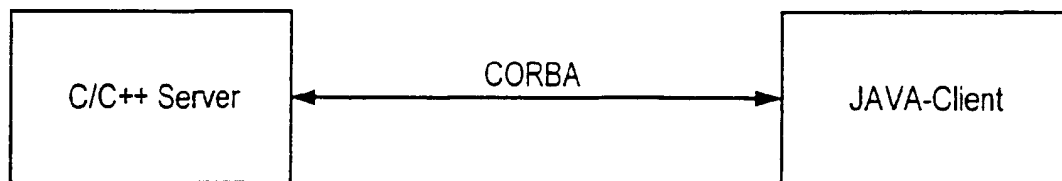


FIG 3